



**(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**

DEUTSCHES PATENT- UND MARKENAMT

⑫ Gebrauchsmusterschrift
⑩ DE 20021046 U1

⑤1) Int. Cl.⁷:
C 02 F 3/10

②1 Aktenzeichen: 200 21 046.7
②2 Anmeldetag: 12. 12. 2000
④7 Eintragungstag: 29. 3. 2001
④3 Bekanntmachung im Patentblatt: 3. 5. 2001

⑥ Innere Priorität:
199 60 071. 6 13. 12. 1999

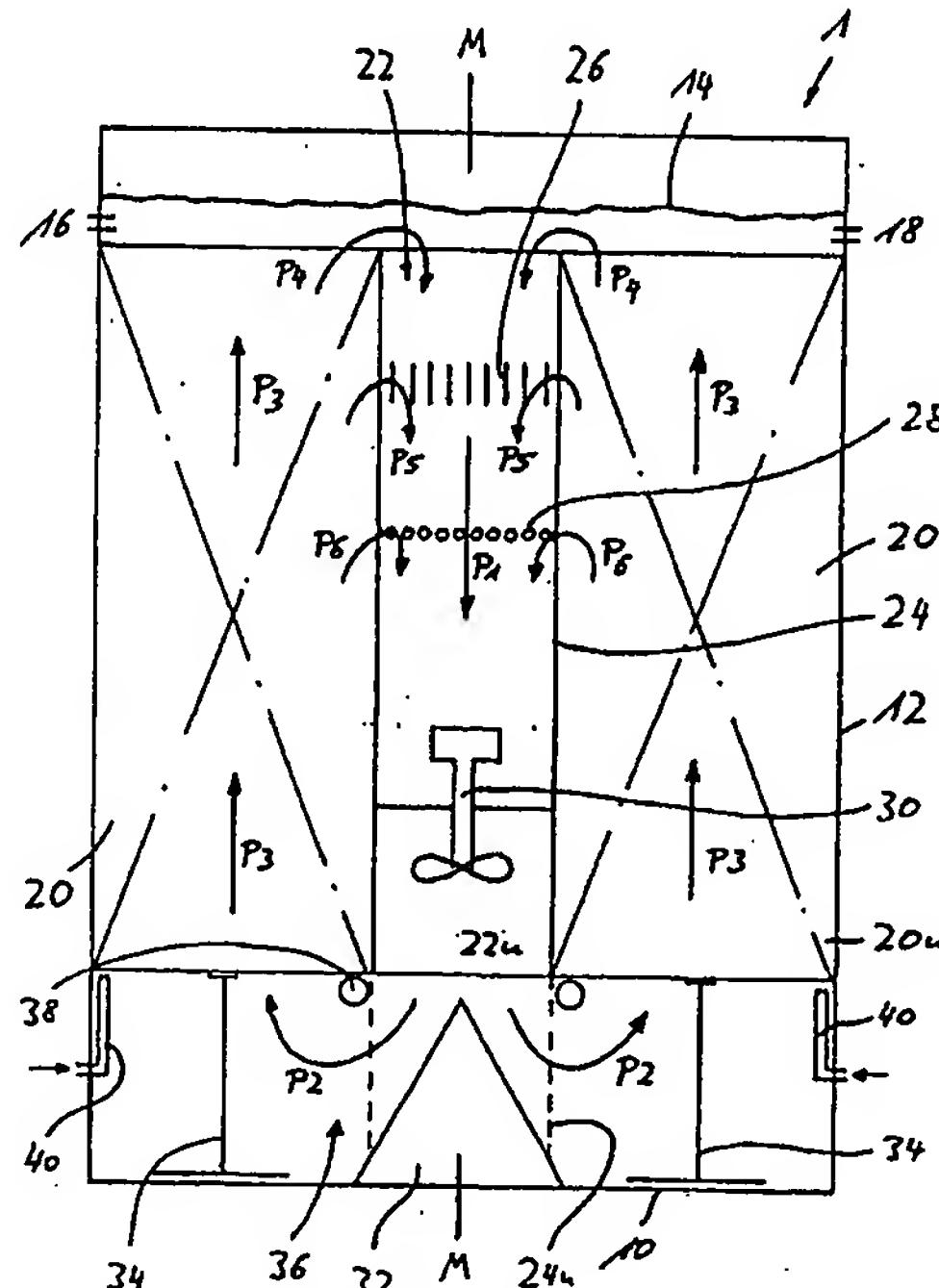
73 Inhaber:
Envicon Klärtechnik Verwaltungsgesellschaft mbH,
46537 Dinslaken, DE

74 Vertreter:
Becker und Kollegen, 40878 Ratingen

(54) Reaktorkammer zur Behandlung von Abwasser

(57) Reaktorkammer zur Behandlung von Abwasser, mit folgenden Merkmalen:

- 1.1 einem Abwasser-Zulauf (16; 116),
- 1.2 einem Abwasser-Ablauf (18; 118),
- 1.3. mindestens einem, in allen Richtungen des Koordinatensystems von Abwasser durchströmbaren Festbettkörper (20; 120),
- 1.4 der Festbettkörper (20; 120) ist so ausgebildet und in der Reaktorkammer (1; 101) angeordnet, daß er
- 1.5 mit Abstand zum Boden (10; 110) der Reaktorkammer (1; 101) endet und
- 1.6.1 innerhalb des Festbettkörpers (20; 120), und/oder
- 1.6.2 zwischen benachbarten Festbettkörpern und/oder
- 1.6.3 zwischen Festbettkörper (20; 120) und Innenwand der Reaktorkammer (1; 101)
- 1.7 mindestens ein Freiraum (22) ausgebildet ist, der sich über die gesamte Höhe des Festbettkörpers (20; 120) erstreckt,
- 1.8 in dem Freiraum (22) ist eine Einrichtung (30) zur Zwangsführung des Abwassers in Richtung auf den Boden (10; 110) der Reaktorkammer (1; 101) angeordnet.



Dr. Thomas U. Becker
Diplomingenieur
European Patent Attorney

Becker & Müller
Patentanwälte

Dr. Karl-Ernst Müller
Diplomingenieur
European Patent Attorney

Anmelderin:

ENVICON Klärtechnik
Verwaltungsgesellschaft mbH
Baßfeldshof 2-4

46537 Dinslaken

ENV 25496 gl04

Reaktorkammer zur Behandlung von Abwasser

B e s c h r e i b u n g

Die Erfindung betrifft eine Reaktorkammer zur Behandlung von Abwasser.

Es kann vorgesehen sein, die Reaktorkammer mit einem Festbettsystem zu versehen, über das sessile Mikroorganismen im System gehalten werden können. Zur Konfektionierung von Festbettsystemen sind beispielsweise getauchte Festbettkörper für die biologische Reinigung von Abwasser seit längerem bekannt. Die für den Abbau von organischen Abwasserinhaltsstoffen oder auch zur

06.01.01

- 2 -

Nitrifikation erforderliche Biomasse wird hierbei auf die Festbettoberfläche in Form eines biologischen Rasens oder eines Biofilms angesiedelt und verbleibt in dieser Form permanent im Reaktor. Lediglich die durch Vermehrung der Mikroorganismen gebildete zusätzliche Biomasse, auch Überschüßschlamm genannt, wird aus dem Reaktor entfernt. Der für den biologischen Abbau benötigte Sauerstoff wird über eine in der Regel feinblasige Belüftung des Reaktors eingebracht.

Diese Reaktion sind in der Regel derart aufgebaut, daß in einem Behälter, beispielsweise mit kreisrunder oder rechteckiger Grundfläche und ebenen Seitenwänden, sowie einem ebenen Boden, Festbettkörper mittels einer Haltevorrichtung unterhalb des Wasserspiegels befestigt sind. Die Festbettausrüstung kann sich hierbei über die gesamte Grundfläche des Behälters erstrecken (vollflächige Ausrüstung) oder auch nur eine Teilfläche des Behälters betreffen. In jedem Fall ist unterhalb des Festbettes auf dem Boden des Behälters eine Belüftungsvorrichtung befestigt, über welche Luft feinblasig im Festbett verteilt wird. Neben der bereits erwähnten Sauerstoffversorgung haben die im Wasser aufsteigenden Luftblasen die Aufgabe, Turbulenzen oder auch eine gerichtete Strömung im Bereich des Festbettes zu erzeugen, welche wiederum zu einer Scherbeanspruchung des biologischen Rasens oder der Biofilmoberfläche führen. Auf diese Weise werden Bestandteile des Biofilms abgerissen, das heißt die Biofilmdicke wird kontrolliert.

DE 20021046 U1

06.01.01

- 3 -

Eine weitere Aufgabe der Belüftung unterhalb des Festbettes besteht darin, eine intensive Durchmischung des Reaktorbehälters zu gewährleisten. Hierdurch wird eine gleichmäßige Verteilung der abzubauenden Abwasserinhaltsstoffe (Substrat) über die Biofilmoberfläche erreicht. Darüber hinaus ist bekannt, daß der Stoffaustausch zwischen der Wasserphase und dem Biofilm maßgebend von den Strömungsverhältnissen und den Turbulenzen in Biofilmnähe bestimmt wird (Grenzflächenerneuerung).

Diesem Umstand wird insbesondere in größeren Festbettreaktoren dadurch Rechnung getragen, dass die Reaktorgrundfläche nur zum Teil mit Festbett und einer darunter befindlichen Belüftungsvorrichtung ausgerüstet wird. Auf diese Weise wird gezielt eine Zirkulationsströmung erzeugt, weil das im Festbettbereich mit Luft angereicherte Zweiphasen-Gemisch ein geringeres spezifisches Gewicht hat als das luft- bzw. gasfreie Wasser im Freiraum des Reaktors. Das Wasser im Reaktorfreiraum strömt somit von der Wasseroberfläche zum Reaktorboden, während es im Festbettbereich durch die Belüftung zur Wasseroberfläche strömt. In jedem Fall ist aber die Erzeugung einer Strömung im Festbettreaktor durch den Lufteintrag energetisch ungünstig, weil ein größerer Luftvolumenstrom benötigt wird, als er zur Sauerstoffversorgung des biologischen Abbaus erforderlich wäre. Darüber hinaus muß Luft aus der Umgebung auf einen

DE 200 21 046 U1

06.01.01

- 4 -

Überdruck, der im Wesentlichen durch die Wassertiefe im Reaktor festgelegt ist, verdichtet werden. Sie ist dem Reaktor über ein Rohrleitungssystem zuzuleiten und über eine Verteilungsvorrichtung in den Reaktor einzubringen. Alle diese Teilschritte sind mit Energieverlusten verbunden und erhöhen somit den Energiebedarf des Systems.

Daneben sind Reaktorkammern mit Festbettsystemen zur Denitrifikation von Abwasser bekannt.

Die Denitrifikation, also die Reduzierung von Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) zu elementarem Stickstoff (N_2) ist ein reduzierender Vorgang, der anoxische Abwasserbedingungen voraussetzt. Im Abwasser darf sich kein gelöster Sauerstoff befinden. Gleichzeitig müssen biologisch abbaubare organische Substrate als H-Donator vorhanden sein.

Im Sinne einer möglichst vollständigen Stickstoffelimination aus Abwasser erfolgt diese in der Regel zweistufig. In der ersten Stufe, der Nitrifikation, wird der überwiegend als Ammonium vorliegende Stickstoff zu Nitrat oxidiert. Es schließt sich die beschriebene Denitrifikation an.

Aufgrund des hohen Sauerstoffbedarfs bei der Nitrifikation und der notwendigen Abwesenheit von Sauerstoff bei der Denitrifikation werden beide Stufen verfahrenstechnisch getrennt.

OE 20021046 U1

06.01.01

- 5 -

Eine Verfahrensmöglichkeit besteht in einer der Nitrifikation vorgeschalteten Denitrifikation. Diese Variante ist insoweit vorteilhaft, als im Abwasser enthaltene organische Bestandteile wie Kohlenstoffverbindungen (häufig Methanol) simultan abgebaut und dabei neben Stickstoff und Wasser auch Hydrogencarbonate gebildet werden, die die in der Nitrifikation gebildete Säure (H^+) teilweise neutralisieren, was sich günstig auf eine nachfolgende Nitrifikation auswirkt. Allerdings ist hierzu eine Rezirkulation von nitratreichem Abwasser vom Ablauf der Nitrifikation zur Denitrifikation erforderlich.

In „Korrespondenz Abwasser, Heft 2/88, 120“ beschreibt Schlegel den Einsatz von getauchten Festbettkörpern zur Nitrifikation. Unterhalb des vollständig vom Abwasser durchströmmbaren Festbetts sind Belüfter angeordnet, welche Luft über die Grundfläche des Festbetts verteilen, wobei die Luft anschließend das Festbett von unten nach oben durchströmt. Mit dieser Belüftung wird im Rahmen der Nitrifikation auf den Oberflächen des Festbetts vorhandene Biomasse mit Sauerstoff versorgt, gleichzeitig die Dicke des Biofilms, der auch als biologischer Rasen bezeichnet wird, kontrolliert und eine Durchmischung des Reaktors sichergestellt.

Für die Denitrifikation läßt sich dieses Verfahren ersichtlich nicht einsetzen, da die Denitrifikation nur unter Ausschluß von gelöstem Sauerstoff abläuft.

DE 20021046 U1

08.01.01

- 6 -

Durch die DE 43 39 630 Cl ist ein Festbettverfahren zur simultanen Reduzierung des biologischen und chemischen Sauerstoffbedarfs, zur Nitrifikation und Denitrifikation von Abwasser bekanntgeworden. Dabei wird während eines ersten Zeitintervalls der Reaktor bis zur Nitrifikation belüftet und während eines zweiten Zeitintervalls mit neuem Abwasser beschickt, wobei während des zweiten Zeitintervalls die Belüftung zumindest zeitweise abgeschaltet wird. Konkret wird dazu ein Reaktor beschrieben, der aus mehreren, im strömungstechnischen Sinne hintereinander geschalteten Teilreaktoren besteht, die intervallartig zur Nitrifikation beziehungsweise Denitrifikation genutzt werden.

Im Ergebnis arbeitet das bekannte Verfahren diskontinuierlich.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine optimierte Möglichkeit zur Strömungserzeugung in einer Reaktorkammer zur Behandlung von Abwasser aufzuzeigen.

Dabei geht die Erfindung von einem Festbettreaktor aus, der an wenigstens eine der folgenden spezifischen Anforderungen, nämlich eines biologischen Abbaus von organischen Abwasserinhaltsstoffen, einer Nitrifikation oder einer Denitrifikation konstruktiv angepaßt wird.

Grundüberlegung dabei ist es, innerhalb der Reaktorkammer eine Strömungswalze (einen Kreislauf) für das Abwasser zu erzeugen. Das Abwasser soll also im Kreislauf durch das Festbett geführt werden.

DE 20021046 U1

06.01.01

- 7 -

Bei einer angestrebten Denitrifikation wird diesem Abwasserkreislauf kein Sauerstoff hinzugefügt. Damit wird das Ziel verfolgt, die auf der Festbetttoberfläche angesiedelte Biomasse kontinuierlich mit sauerstofffreiem Substrat zu versorgen. Bei einer angestrebten Nitrifikation oder einem biologischen Abbau von organischen Abwasserinhaltsstoffen wird dem Abwasserkreislauf Sauerstoff hinzugefügt. Überlegung dabei ist es, die wesentlichen Aufgaben eines Belüftungssystems eines Festbettreaktors, nämlich Belüftung und Sauerstoffversorgung, auf zwei verschiedene Bauelemente zu verteilen. Damit wird in diesem Fall das Ziel verfolgt, die auf der Festbettüberfläche angesiedelte Biomasse kontinuierlich mit sauerstoffhaltigem Substrat zu versorgen.

Indem das Abwasser auf diese Weise durch die Reaktorkammer geführt wird, wird einerseits die Denitrifikation beziehungsweise die Nitrifikation und der biologische Abbau beschleunigt und andererseits die Dicke des biologischen Rasens (der Biomasse) kontrolliert. Gleichzeitig werden Schlammlagerungen am Boden der Reaktorkammer aufgrund der Zirkulationsströmung des Abwassers zumindest reduziert.

Konkret schlägt die Erfindung in ihrer allgemeinsten Ausführungsform eine Reaktorkammer zur Behandlung von Abwasser vor, die folgende Merkmale aufweist:

- einen Abwasser-Zulauf,
- einen Abwasser-Ablauf,

DE 20021046 U1

06.01.01

- 8 -

- mindestens einen, in allen Richtungen des Koordinatensystems vom Abwasser durchströmbaren Festbettkörper,
- der Festbettkörper ist so ausgebildet und in der Reaktorkammer angeordnet, daß er
- mit Abstand zum Boden der Reaktorkammer endet (also zwischen dem unteren Ende des Festbettkörpers und dem Boden der Reaktorkammer das Abwasser kein Festbett durchströmt), wobei
- innerhalb des Festbettkörpers, und/oder
- zwischen benachbarten Festbettkörpern, und/oder
- zwischen Festbettkörper und Innenwand der Reaktorkammer,
- mindestens ein Freiraum ausgebildet ist, der sich über die gesamte Höhe des Festbettkörpers erstreckt, und
- in diesem Freiraum eine Einrichtung zur Zwangsführung des Abwassers in Richtung auf den Boden der Reaktorkammer angeordnet ist.

Der Festbettkörper wird so in der Reaktorkammer angeordnet, daß er vollständig im Abwasser liegt. Mit anderen Worten: Der Abwasserspiegel liegt oberhalb des oberen Endes des Festbettkörpers. Dabei kann zwischen dem Wasserspiegel und dem oberen Ende des Festbettkörpers der genannte Zulauf beziehungsweise Ablauf angeordnet werden.

Zulauf und Ablauf können dabei diametral gegenüber liegen.

DE 20021046 U1

Ü8.01.01

- 9 -

Der Festbettkörper kann einteilig oder mehrteilig sein. Er kann beispielsweise aus sogenannten Netzrohren bestehen, die untereinander verankert, beispielsweise verschweißt sind, jedoch derart, daß das Abwasser nicht nur in Axialrichtung der Rohre, sondern auch senkrecht dazu strömen kann. Der Festbettkörper kann auch aus beweglichen Trägerkörpern (auch Füllkörper genannt) bestehen, die beispielsweise durch Rückhaltemittel in ihrer Beweglichkeit auf einen definierten Bereich im Abwasser begrenzt werden. Insoweit unterliegt der Begriff Festbettkörper keinen Beschränkungen.

Wesentlich für die Reaktorkammer ist, daß das Festbett (unabhängig davon, ob fest oder als beweglicher Körper konfektioniert) sich nicht über das gesamte Volumen beziehungsweise über die gesamte Querschnittsfläche der Reaktorkammer erstreckt. Vielmehr ist vorgesehen, daß innerhalb des Festbettkörpers oder zwischen benachbarten Festbettkörpern beziehungsweise zwischen einem Festbettkörper und der Innenwand des Reaktors ein Freiraum verbleibt, der sich entsprechend vertikal über die Höhe des Festbettkörpers erstreckt.

Mit diesem Freiraum werden für das Abwasser im wesentlichen zwei Zonen geschaffen, eine Zone, bei der das Abwasser durch das Festbett geführt wird und eine zweite Zone, durch die das Abwasser entsprechend ungehindert strömen kann.

DE 20021046 U1

06.01.01

- 10 -

Sinn und Zweck dieses Freiraums ist es, dem Abwasser eine gezielte Strömungsrichtung zu geben und damit eine sogenannte Strömungswalze (Zirkulationsströmung) innerhalb der Reaktorkammer auszubilden.

Zu diesem Zweck ist im Freiraum die genannte Einrichtung zur Zwangsführung des Abwassers angeordnet, die sicherstellt, daß das Abwasser von oben nach unten durch den Freiraum strömt und, sobald es den Freiraum am unteren Ende verlassen hat, zunächst umgelenkt wird und anschließend durch den Festbettkörper wieder nach oben zurückströmt, bevor es wieder in den Freiraum umgelenkt und in Richtung auf den Boden der Reaktorkammer zurückgeführt wird.

Grundsätzlich wäre es auch denkbar, die Strömungsrichtung umzukehren.

Die gezielte Führung des Abwassers von oben nach unten durch den Freiraum und von unten nach oben durch das Festbettmaterial hat jedoch den Vorteil, daß das Abwasser durch entsprechende Umlenkorgane am Boden der Reaktorkammer, also unterhalb der Festbettzone, eine zusätzliche Zwangsführung erfährt und damit die Zirkulationsströmung optimiert werden kann.

Zur Optimierung dieser Zwangsströmung sieht eine Ausführungsform vor, den Freiraum umfangsseitig von einem wasserundurchlässigen Mantel zu begrenzen. Auf diese Weise wird eine gezielte Trennung der genannten Zonen erreicht.

DE 20021046 U1

Dabei kann der Mantel entlang mindestens einer horizontalen Ebene mit einer Vielzahl von Durchbrechungen ausgebildet sein.

Dies ermöglicht es, anstelle einer einzigen Zirkulationsströmung über die gesamte Höhe der Reaktorkammer mehrere Strömungswege für das Abwasser auszubilden, wie anhand der Figurenbeschreibung näher erläutert wird.

Dabei können die Durchbrechungen in ihrem Querschnitt veränderbar sein, beispielsweise dadurch, indem den Durchbrechungen benachbart mindestens ein Schieber angeordnet ist, der die Durchbrechungen teilweise oder vollständig verschließt beziehungsweise öffnet. Auf diese Weise kann die Intensität der Zirkulationsströmungen anwendungsspezifisch variiert werden.

Grundsätzlich kann die Reaktorkammer eine beliebige Größe und einen beliebigen Querschnitt aufweisen.

Die genannte Strömungswalze lässt sich optimiert bei einer Reaktorkammer mit kreisförmigem Querschnitt einstellen, wobei der genannte Freiraum mittig in der Reaktorkammer angeordnet wird.

Es ist aber ebenso möglich, mehrere Freiräume zum Beispiel innerhalb des Festbettmaterials auszubilden und entsprechend eine Vielzahl von Zirkulationsströmungen für das Abwasser zu schaffen. Zur Vermeidung von Toträumen sollte dabei eine symmetrische Anordnung, beispielsweise rotationsymmetrische Anordnung der Freiräume gewählt werden.

Um das Abwasser innerhalb des Freiraums gezielt zu führen kann die Einrichtung als Rührwerk oder Düse ausgebildet sein. In jedem Fall erfährt das Abwasser auf diese Weise eine Beschleunigung und eine gezielte Strömungsrichtung.

Die Anordnung der Einrichtung an dem dem Boden der Reaktorkammer benachbarten unteren Ende des Freiraums schafft eine zusätzliche Sogwirkung für das Abwasser in dem darüber liegenden Abschnitt des Freiraums.

Gleichzeitig herrscht im Bereich der Einrichtung die höchste Strömungsenergie, so daß Schlammablagerungen im Bodenbereich des Behälters (der Reaktorkammer) nachhaltig vermieden werden.

Nach einer weiteren Ausführungsform kann in Verlängerung und unterhalb des Freiraums mindestens eine Umlenkeinrichtung für das Abwasser angeordnet werden. Diese dient dazu, daß Abwasser gezielt in Richtung unter und durch den Festbettkörper zu führen. Gleichzeitig werden Reibungsverluste minimiert. Dazu kann die

08.01.01

- 13 -

Umlenkeinrichtung beispielsweise eine hyperbolische Form besitzen. Mit der Hilfe eines Kegels als Umlenkkörper kann gleichzeitig eine Justiereinrichtung zur Aufnahme des Mantels des Freiraums geschaffen werden, der dazu an seinem unteren Ende, welches den Festbettkörper nach unten überragt und auf dem Kegel aufsteht, Durchbrechungen aufweist, um die Abwasserzirkulation nicht zu stören.

Nach einer Ausführungsform kann vorgesehen sein, die Umlenkeinrichtung mit einem Kegel zu kombinieren. Dabei kann der Kegel das Abwasser der Umlenkeinrichtung gezielt zuführen. Um die Abwasserzirkulation in diesem Fall nicht zu stören, kann die Kegeloberfläche in einer durchgehenden Fläche in die Oberfläche der Umlenkeinrichtung übergehen.

Grundsätzlich kann der Mantel von oben oder seitlich gegenüber der Innenwand der Reaktorkammer gestützt werden. Es ist auch möglich, den Boden der Reaktorkammer so auszubilden, daß eine verlustarme Strömungsumlenkung - wie vorstehend beschrieben - ohne zusätzliche Einbauten realisiert wird.

Bei der beschriebenen Reaktorkammer ist nicht auszuschließen, daß insbesondere in Randzonen des Festbettes, beispielsweise im Übergangsbereich zwischen dem Festbett und dem Mantel des Freiraums beziehungsweise

DE 20021046 U1

DE 01 01

- 14 -

im Übergangsbereich zwischen Festbett und Innenwand der Reaktorkammer eine übermäßige Biomassenkonzentration auftritt, die unerwünscht ist. Dies liegt daran, daß die Strömungsgeschwindigkeit des Abwassers in diesen Randzonen des Festbetts geringer sein kann als im Zentrum des Festbetts.

Zu diesem Zweck sieht eine weitere Ausführungsform vor, am unteren Ende des Festbettkörpers und/oder unterhalb des Festbettkörpers Mittel zur Zuführung eines Fluids unter Druck in den Festbettkörper anzuordnen, wobei diese Mittel so angeordnet sein können, daß das Fluid zumindest überwiegend nur die genannten Randzonen des Festbettkörpers beaufschlagt.

Das Fluid kann das Abwasser selbst oder eine andere Flüssigkeit sein; es ist aber auch möglich, als Fluid Druckluft zu wählen. Um der Reaktorkammer zum biologischen Abbau von organischen Abwasserinhaltsstoffen oder zur Nitrifikation Sauerstoff zuzuführen, weist die Reaktorkammer Mittel zur Sauerstoffzufuhr auf. Diese Mittel können beispielsweise Belüftungselemente zur Zuführung von Luft sein. Diese können unterhalb des Festbettkörpers im Bodenbereich des Reaktors angebracht sein. In diesem Fall kann der Lufteintrag den Charakter einer grobblasiger Belüftung für die Umwälzung besitzen, weil die Verteilung und eine Zerteilung der großen Luftblasen durch die von der Einrichtung zur Zwangsführung des Abwassers erzeugte Strömung im Festbett erreicht wird.

DE 2002 1046 U1

Eine weitere Möglichkeit des Sauerstoffeintrags besteht in einem Rohrbelüfter, welcher beispielsweise im Ansaugbereich der Einrichtung zur Zwangsführung des Abwassers, etwa im Freiraum, befestigt werden kann. Die durch diesen Rohrbelüfter, etwa einen Membranrohrbelüfter, erzeugten feinen Luftblasen werden mit Hilfe der durch die Einrichtung zur Zwangsführung des Abwassers erzeugten abwärtsgerichteten Strömung angesaugt und über die Strömungsumlenkung im Bodenbereich des Reaktors in das Festbett eingetragen, wo ein intensiver Eintrag des Sauerstoffs der Luftblasen in die Wasserphase und damit letztlich zum Biofilm stattfinden kann.

Diese Variante besitzt den Vorteil, dass lediglich ein einzelnes Belüfterelement benötigt wird, welches darüber hinaus ohne großen Aufwand zu Revisionszwecken demontiert werden kann. Außerdem ist in dieser Bauform der Leistungseintrag des Verdichters zur Luftzuführung gering, weil der Belüfter im Bereich der Wasseroberfläche montiert werden kann.

Dient die Reaktorkammer ausschließlich der Denitrifikation, müssen selbstverständlich keine Mittel zur Sauerstoffversorgung vorgesehen sein. Ist jedoch vorgesehen, die Reaktorkammer sowohl mit Sauerstoff versorgen zu können, also für einen biologischen Abbau oder eine Nitrifikation, als auch für eine Denitrifikation verwenden zu können, kann eine taktbare Sauerstoffversorgung vorgesehen sein. Diese kann dann für eine Sauerstoffzufuhr ein - und bei einer Denitrifikation

ausgeschaltet werden. Gleiches kann entsprechend gelten für die oben genannte Druckluft als Fluid, mit dem der Festbettkörper zur Befreiung von einer Biomassenkonzentration beaufschlagt werden kann. Da Luft (Sauerstoff) die Denitrifikation des Abwassers stört, sollten auch bei Verwendung von Luft als Fluid die genannten Mittel taktbar sein, das heißt, die Luft allenfalls in bestimmten Zeitintervallen stoßartig abgeben, so daß der Sauerstoffeintrag auf das notwendige Minimum reduziert wird.

Bezüglich der möglichen Anordnung der genannten Mittel gibt die nachfolgende Figurenbeschreibung ergänzende Hinweise.

Dabei enthält die Figurenbeschreibung auch Erfindungsmerkmale, die über die konkrete Beschreibung des Ausführungsbeispiels hinaus allgemein anwendbar sind.

Dabei zeigen in schematisierter Darstellung:

- Figur 1: Einen Längsschnitt durch eine Reaktorkammer zur Denitrifikation mit Kreisquerschnitt,
- Figur 2: einen Längsschnitt durch eine Reaktorkammer zum biologischen Abbau oder zur Nitrifikation mit rechteckigem Querschnitt und
- Figur 3: einen Querschnitt durch die Reaktorkammer gemäß Figur 2.

06.01.01

- 17 -

Die Reaktorkammer nach Figur 1, die das Bezugszeichen 1 trägt, besitzt eine zylindrische Wand 12 und einen Boden 10.

Mit 14 ist ein Abwasserspiegel symbolisiert.

Unmittelbar unterhalb des Wasserspiegels 14 ist ein Abwasserzulauf 16 und diametral gegenüber ein Abwasserablauf 18 zu erkennen.

Unterhalb von Zulauf 16 und Ablauf 18 liegt ein ringförmiger Festbettkörper 20 im Abwasser. Der Festbettkörper 20 besteht aus einer Vielzahl von Netzrohren mit einer Kunststoffoberfläche, wobei die Netzrohre untereinander punktuell verschweißt sind.

Durch die Ringform des Festbettkörpers 20 wird mittig ein Freiraum 22 ausgebildet, der entsprechend koaxial zur einer Mittenlängsachse M der Reaktorkammer 1 verläuft.

Der Freiraum 22 wird von einem zylindrischen Stahlmantel 24 umfangsseitig begrenzt, der entlang zweier beabstandeter horizontaler Ebenen umfangsseitig mit Schlitzen 26 beziehungsweise Rundlöchern 28 ausgebildet ist. Die Schlitze 26 beziehungsweise Rundlöcher 28 sind über getrennte, hier nicht dargestellte Schieber, die außenseitig auf dem Stahlmantel 24 verlaufen, in ihrem Querschnitt variabel einstellbar.

DE 20021046 U1

Unterhalb der Rundlöcher 28 ist am unteren Ende 22U des Freiraums 22 ein Rührwerk 30 angeordnet, welches motorisch (nicht dargestellt) angetrieben wird.

Der Stahlmantel 24 ist über das untere Ende 22U des Festbettkörpers 20 verlängert, wobei dieser Abschnitt 24U eine Vielzahl von Durchbrechungen aufweist, um eine Durchströmbarkeit für das Abwasser zu schaffen.

Dieser Abschnitt 24U steht auf einem Kegel 32 auf, der auf dem Boden 10 der Reaktorkammer 1 so angeordnet ist, daß seine Spitze in der Mittenlängsachse M liegt.

Der Festbettkörper 20 ist auf einem ringförmigen Stahlträger 34 aufgestellt.

Entsprechend wird zwischen dem unteren Ende 22U des Festbettkörpers 20 und dem Boden 10 der Reaktorkammer 1 ein Bereich 36 ausgebildet, der frei von Festbettmaterial ist.

Am oberen Ende des Abschnitts 24U des Stahlmantels 24 verläuft umfangsseitig eine ringförmige Luftleitung 38, die über eine (nicht dargestellte) Anschlußleitung mit Druckluft versorgbar ist.

Zusätzlich verläuft eine ringförmige Wasserleitung 40 unterhalb des Festbettkörpers 20 unmittelbar benachbart zur Wand 12, wobei die Austrittsöffnung der Wasserleitung 40 nach oben weist.

Im Normalbetrieb sind die Luftpfeitung 38 und die Wasserleitung 40 nicht aktiviert.

Die Reaktorkammer nach Figur 2 entspricht zu weiten Teilen der Reaktorkammer nach Figur 1. Gleichwirkende Teile sind mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Bezugszeichen 112 bezeichnet eine im Querschnitt quadratische Wand der Reaktorkammer 101 mit einem Boden 110.

Unterhalb des sich auch hier gegenüberliegenden Abwasserzulaufs 116 und Abwasserablaufs 118 liegt ein im Wesentlichen quaderförmiger Festbettkörper 120 im Wasser, der entsprechend dem Festbettkörper 20 nach Figur 1 aufgebaut ist.

In der Mitte weist er einen zylindrischen Freiraum 122 auf, der koaxial zu einer Mittenlängsachse 1M der Reaktorkammer 101 verläuft.

Koaxial zum Freiraum 122 ist in diesem ein Membranrohrbelüfter 142 mit Abstand zum Stahlmantel 24 des Freiraums 122 angeordnet.

Im freien Bereich 36 ist ein Belüftungselement 144 angeordnet, das aus zwei sich in einer horizontalen Ebene gegenüberliegenden, L-förmigen Elementen besteht, deren Schenkel jeweils parallel zu einer Wand 112 verlaufen.

Der Boden 110 bildet eine Umlenkeinrichtung für das Abwasser aus. Dazu ist der Boden nach Art einer koaxial zur Mittenlängsachse 1M verlaufenden Mulde gestaltet, deren innere Wandung 110i zur Achse 1M hin zusammenläuft und dabei einen Kegel 132 ausbildet. Die äußere Wandung 110a schmiegt sich in einer durchgehenden Form an die Wand 112 an.

Die Arbeitsweise der Reaktorkammer ist wie folgt:

Das Rührwerk 30 sorgt dafür, daß das Abwasser in Pfeilrichtung P1 den Freiraum 22 von oben nach unten durchströmt. In der Reaktorkammer nach Figur 2 sorgt der Membranrohrbelüfter 142 hier für einen Sauerstoffeintrag in das Abwasser.

Sobald es den Freiraum 22 nach unten verläßt strömt es durch den freien Bereich 36 in Pfeilrichtung P2 radial nach außen, wobei diese Strömungsbewegung durch den Kegel 32 bzw. 132 unterstützt wird.

Durch die Belüftungseinrichtung 144 im freien Bereich 36 der Reaktorkammer 101 wird das Abwasser hier zusätzlich mit Sauerstoff versorgt.

Das Abwasser durchströmt anschließend den Festbettkörper 20 bzw. 120 von unten nach oben in Pfeilrichtung P3.

Sobald es den Festbettkörper 20 am oberen Ende verlassen hat wird das Abwasser in Pfeilrichtung P4 wieder umgelenkt und erneut in Pfeilrichtung P1 durch den Freiraum 22 geführt.

DE-01-01

- 21 -

Auf diese Weise wird eine Rotationsströmung innerhalb der Reaktorkammer 1 ausgebildet. Auf der Oberfläche des Festbettkörpers 20 aufwachsende Biomasse wird auf diese Weise kontinuierlich mit Substrat versorgt und in Abhängigkeit von der Förderleistung des Rührwerks 30 kann gleichzeitig die Dicke des biologischen Rasens (der Biomasse) gesteuert werden.

Aufgrund der beschriebenen konstruktiven Gestaltung der Reaktorkammer 1 bzw. 101 ist die Zirkulationsströmung über den horizontalen Querschnitt der Reaktorkammer 1 bzw. 101 betrachtet nicht konstant. Insbesondere im Bereich der Außenwand des Stahlmantels 24 beziehungsweise im Bereich der Innenfläche der Wand 12 bzw. 112 ist die Strömung geringer, so daß es hier zu einer verstärkten Ausbildung eines biologischen Rasens kommen kann.

Dem kann zum einen dadurch entgegengewirkt werden, daß die Schlitze 26 beziehungsweise Rundlöcher 28 geöffnet werden, so daß sich zusätzliche Zirkulationsströmungen ausbilden, die durch die Pfeile P5 beziehungsweise P6 gekennzeichnet sind.

Alternativ oder kumulativ besteht die Möglichkeit, die Luftpfeile 38 beziehungsweise die Wasserleitung 40 zu aktivieren, so daß in den zuvor genannten Bereichen die Strömungsenergie des Abwassers erhöht wird, was zu einem verstärkten Abtrag des biologischen Rasens führt.

DE 20021046 U1

08.01.01

- 22 -

In der Reaktorkammer 1 erfolgt im Sinne einer möglichst vollständigen Denitrifikation insbesondere die Zuschaltung (Aktivierung) der Luftpumpe 38 aber nur getaktet, das heißt, intervallartig, wobei die Intervalle anwendungsspezifisch gewählt werden, um möglichst wenig Sauerstoff in das Abwasser zu bringen.

Im Fall der Öffnung der Schlitze 26 und/oder Rundlöcher 28 wird eine gezielte horizontale Teilströmung des Abwassers im Festbett erreicht, die sich wiederum günstig auf die Kontrolle des Biofilms auswirkt.

DE 20021046 U1

Dr. Thomas U. Becker
Diplomingenieur
European Patent Attorney

Becker & Müller
Patentanwälte

Dr. Karsten Ernst Müller
Diplomingenieur
European Patent Attorney

Anmelderin:

ENVICON Klärtechnik
Verwaltungsgesellschaft mbH
Baßfeldshof 2-4

46537 Dinslaken

ENV 25 496 g104

Reaktorkammer zur Behandlung von Abwasser

S c h u t z a n s p r ü c h e

1. Reaktorkammer zur Behandlung von Abwasser, mit folgenden
Merkmälern:

- 1.1 einem Abwasser-Zulauf (16; 116),
- 1.2 einem Abwasser-Ablauf (18; 118),
- 1.3. mindestens einem, in allen Richtungen des
Koordinatensystems von Abwasser durchströmbarer
Festbettkörper (20; 120),
- 1.4 der Festbettkörper (20; 120) ist so ausgebildet und in
der Reaktorkammer (1; 101) angeordnet, daß er
- 1.5 mit Abstand zum Boden (10; 110) der Reaktorkammer (1;
101) endet und

08.01.01

- 2 -

- 1.6.1 innerhalb des Festbettkörpers (20; 120), und/oder
 - 1.6.2 zwischen benachbarten Festbettkörpern und/oder
 - 1.6.3 zwischen Festbettkörper (20; 120) und Innenwand der Reaktorkammer (1; 101)
 - 1.7 mindestens ein Freiraum (22) ausgebildet ist, der sich über die gesamte Höhe des Festbettkörpers (20; 120) erstreckt,
 - 1.8 in dem Freiraum (22) ist eine Einrichtung (30) zur Zwangsführung des Abwassers in Richtung auf den Boden (10; 110) der Reaktorkammer (1; 101) angeordnet.
-
2. Reaktorkammer nach Anspruch 1, bei der der Freiraum (22) umfangsseitig von einem wasserundurchlässigen Mantel (24) begrenzt ist.
 3. Reaktorkammer nach Anspruch 2, bei der der Mantel (24) entlang mindestens einer horizontalen Ebene mit einer Vielzahl von Durchbrechungen (26, 28) ausgebildet ist.
 4. Reaktorkammer nach Anspruch 3, bei der die Durchbrechungen (26, 28) in ihrem Querschnitt veränderbar sind.
 5. Reaktorkammer nach Anspruch 3, bei der den Durchbrechungen (26, 28) benachbart mindestens ein Schieber angeordnet ist, mit dem die Durchbrechungen (26, 28) mindestens teilweise verschließbar sind.

DE 20021046 U1

08.01.01

- 3 -

6. Reaktorkammer nach Anspruch 1, bei der der Freiraum (22) mittig in der Reaktorkammer (1; 101) ausgebildet ist.
7. Reaktorkammer nach Anspruch 1, bei der die Einrichtung (30) aus einem Rührwerk besteht.
8. Reaktorkammer nach Anspruch 1, bei der die Einrichtung (30) aus einer Düse besteht.
9. Reaktorkammer nach Anspruch 1, bei der die Einrichtung (30) an dem, dem Boden (10; 110) der Reaktorkammer (1; 101) benachbarten unteren Ende des Freiraums (22) angeordnet ist.
10. Reaktorkammer nach Anspruch 1, bei der in Verlängerung und unterhalb des Freiraums (22) mindestens eine Umlenkeinrichtung (32; 132, 110i, 110a) für das Abwasser angeordnet ist, entlang der das Abwasser unter den Festbettkörper (20; 120) führbar ist.
11. Reaktorkammer nach Anspruch 1, bei der am unteren Ende (20U) des Festbettkörpers (20; 120) und/oder unterhalb des Festbettkörpers (20; 120) Mittel (38, 40) zur Zuführung eines Fluids unter Druck in den Festbettkörper (20; 120) angeordnet sind.

DE 20021046 U1

08.01.01

- 4 -

12. Reaktorkammer nach Anspruch 11, bei der die Mittel (38, 40) so angeordnet sind, daß das Fluid zumindest überwiegend nur Randzonen des Festbettkörpers (20; 120) beaufschlagt.
13. Reaktorkammer nach Anspruch 12, bei der die Mittel (38, 40) so angeordnet sind, daß das Fluid Randzonen des Festbettkörpers (20; 120) zum Freiraum (22) und/oder Randzonen des Festbettkörpers (20; 120) zur Innenwand der Reaktorkammer (1; 101) beaufschlagt.
14. Reaktorkammer nach Anspruch 11, bei der die Mittel (38) Belüfter sind.
15. Reaktorkammer nach Anspruch 11, bei der die Mittel (38, 40) taktbar sind.
16. Reaktorkammer nach Anspruch 1, bei dem im Freiraum (22) eine Einrichtung (142) zur Belüftung des Abwassers angeordnet ist.
17. Reaktorkammer nach Anspruch 16, bei dem die Einrichtung (142) ein Membranrohrbelüfter ist.
18. Reaktorkammer nach Anspruch 1, bei der am unteren Ende (20u) des Festbettkörpers (20; 120) und/oder unterhalb des Festbettkörpers (20; 120) Mittel (144) zur Belüftung des Abwassers angeordnet sind.

DE 200 21046 U1

08.01.01

-1/3-

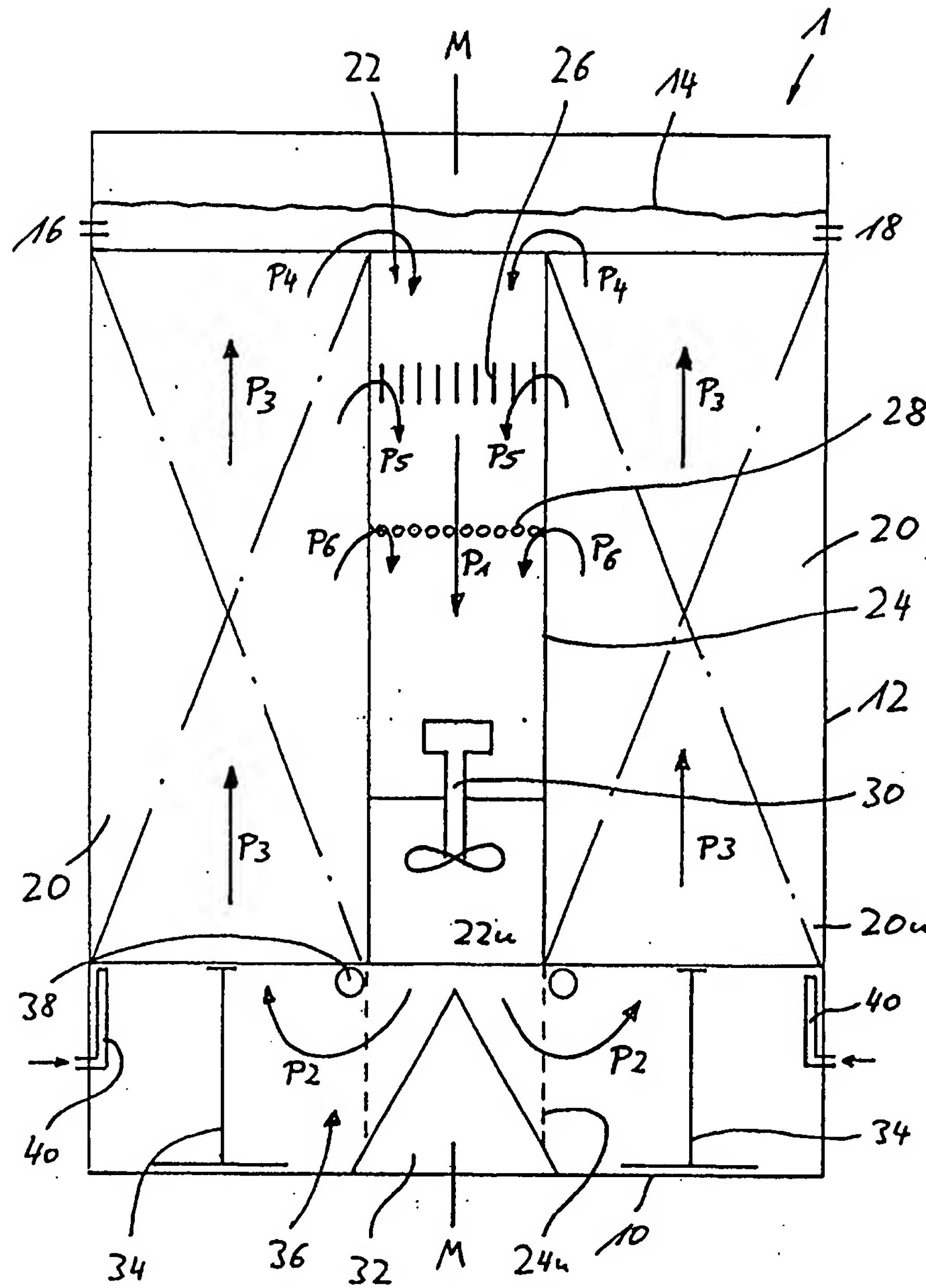


Fig. 1

DE 20021046 U1

00.01.01

-2/3-

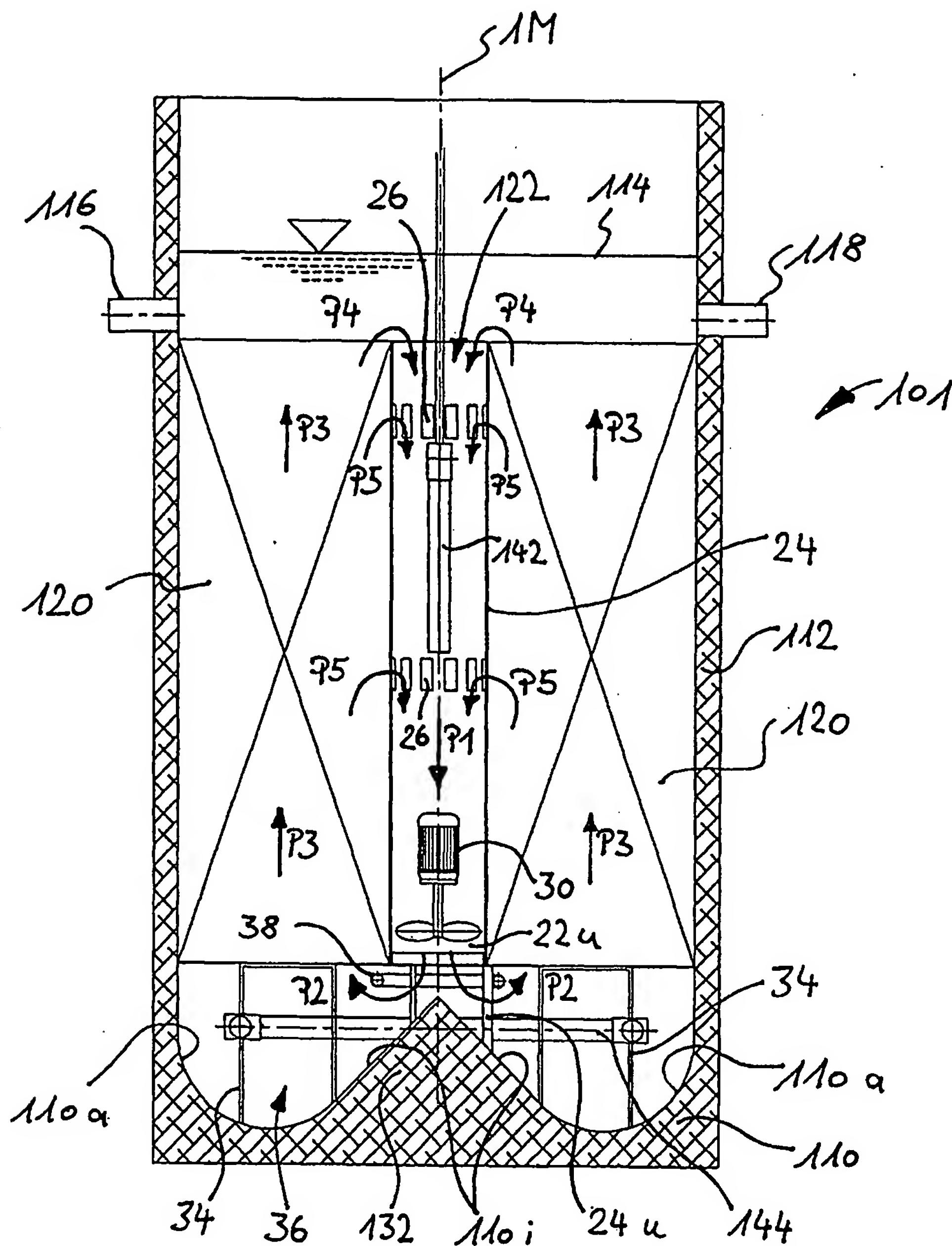


Fig. 2

DE 20031046 U1

000.01.01

-3/3-

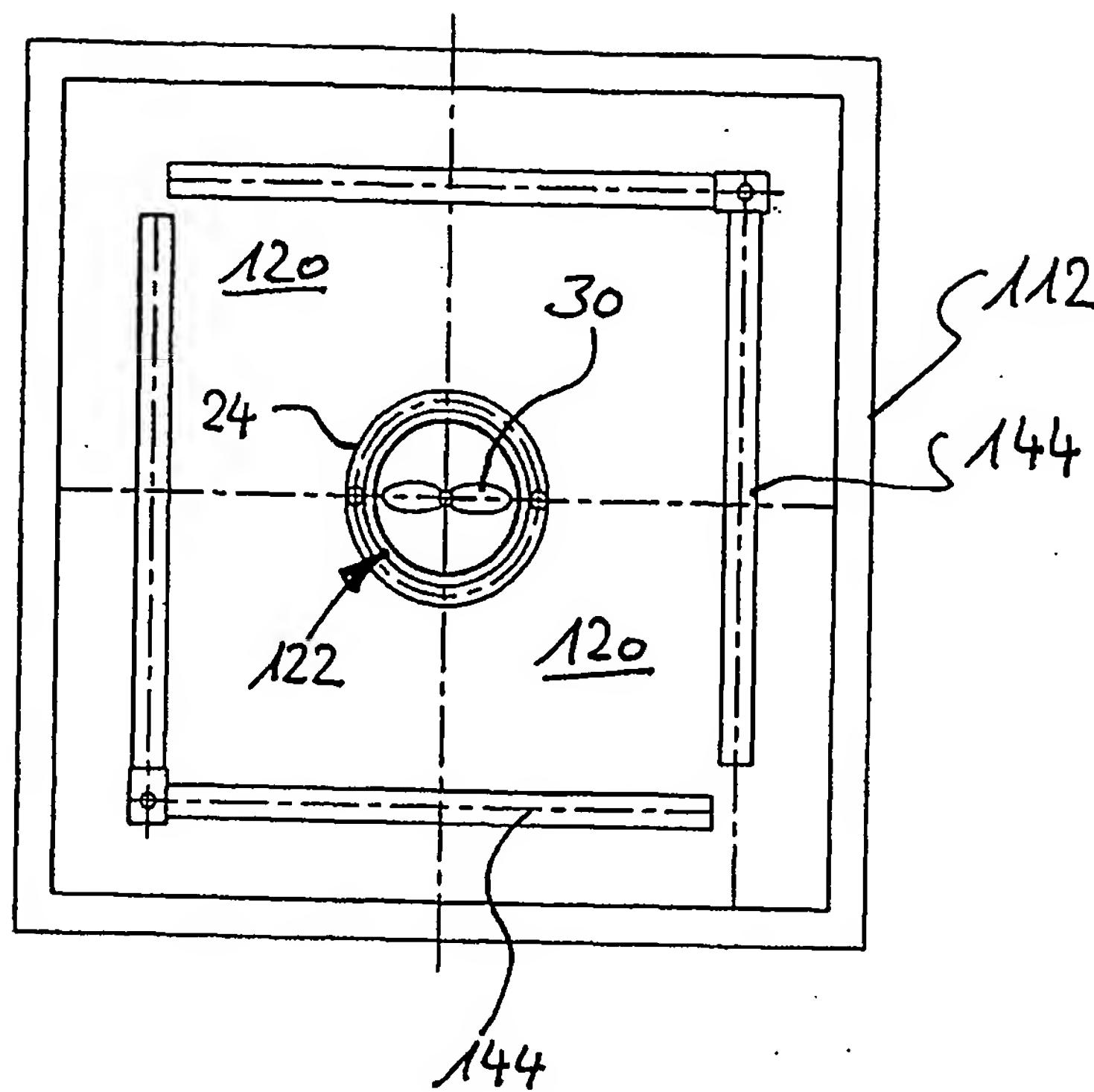


Fig. 3

DE 200 21046 U1